

УДК 311.2

DOI: 10.31891/2219-9365-2021-68-2-2

ЗАЩЕПКИНА Н. М., РУДНИЦЬКИЙ Р. Р.,  
НАКОНЕЧНИЙ О. А., МАРКІНА О. М.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ АГРЕГАЦІЇ ДАНИХ В ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ КОНТРОЛЮ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

*Сучасні інформаційно-вимірювальні технології відіграють значну роль у багатьох галузях людської діяльності. Однією з таких сфер є освіта, головним критерієм оцінки якості якої є наявність певних компетенцій слухачів у процесі навчання. Керування навчальним процесом може реалізовуватися з певним ступенем автоматизації, застосуванням інформаційних систем та систем контролю (спеціалізованого ПЗ). Інформаційна система має охоплювати всі основні педагогічні процеси навчального закладу та надавати інформацію для прийняття управлінських рішень. Метою роботи є застосування методів агрегації даних в інформаційній системі контролю навчального процесу, розробка програмного модулю інформаційної системи контролю навчального процесу CRM архітектури з можливістю задання користувацьких шаблонів агрегації та відображення даних. В технології агрегації даних застосовуються специфікації JSON API та сервіси REST API, що дозволяє відображати вибрані параметри освітнього процесу. Предметом дослідження є аналіз методів агрегації даних в інформаційній системі контролю навчального процесу функціональних особливостей і архітектурних рішень програмних засобів та технологій агрегації даних в інформаційній системі CRM архітектури контролю освітнього процесу вищого навчального закладу. Обґрунтування вибору архітектури і функціоналу програмного модулю для агрегації та відображення даних при створення запитів із бази даних SQL інформаційної системи керування освітнім процесом та розробка архітектури запитів із застосуванням специфікації JSON API та сервісів REST API.*

*Розроблений програмний модуль контролю вибраних параметрів навчального процесу шляхом агрегації даних із використанням користувацьких шаблонів придатний до інтеграції у якості компоненту уже працюючих CRM систем із відкритим вихідним кодом. Це дозволяє створювати на базі систем CRM архітектури сервіси спрямовані на досягнення основної мети та цілей навчального процесу державних та приватних навчальними закладів. З'являється можливість отримувати аналітичну інформацію про якість роботи викладачів та рівень отриманих компетенцій слухачів що дозволяє оцінити поточний стан навчального процесу та спланувати можливі варіанти для його покращення.*

*Ключові слова:* агрегація даних, REST API, освітній процес, CRM-система, контроль, реляційна БД.

N. ZASHCHEPKINA, R. RUDNYTSKY,  
O. NAKONECHNYI, O. MARKINA

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

## APPLICATION OF DATA AGGREGATION METHODS IN THE INFORMATION SYSTEM OF EDUCATIONAL PROCESS CONTROL

*Modern information technologies play a significant role in many areas of human activity. One of such areas is education (primary, secondary, higher, profile, etc.), the main criterion for assessing the quality of which is the presence of certain competencies (knowledge, skills and abilities) of students in the learning process. Management of the educational process can be implemented with a certain degree of automation, the use of information systems and control systems (specialized software). The purpose is to develop a software module of the information system of control of the educational process of CRM system with the ability to specify custom templates of aggregation and data display. JSON API specifications and REST API services are used in data aggregation technology to display selected parameters of the educational process. The subject of the study is the analysis of functional features and architectural solutions of software and data aggregation technologies in the information system CRM architecture control of the educational process of higher education. Justification of the choice of architecture and functionality of the software module for aggregation and display of data when creating queries from the SQL database of the information system of educational process management and development of query architecture using JSON API specification and REST API services. To achieve this goal, the following tasks were formulated: view of functional and architectural features of CRM architecture systems in the control of the educational process; analysis of CRM architecture systems for educational institutions using RPC, SOAP, REST, GraphQL technology; analysis of software and data aggregation technologies in the CRM architecture system for the educational institution; substantiation of technology for data collection, downloading and aggregation in the IS control of the educational process; application of JSON API specification, REST API services in IS of CRM architecture learning process control and query architecture development; choice of graphical interface for displaying aggregate data. Choice of library of graphic visualization and design of graphic interface. The developed software module of control of the selected parameters of educational process by aggregation of data with use of user templates is suitable for integration as a component of already operating CRM systems with open source code. This allows you to create on the basis of CRM architecture services aimed at achieving the main goal and objectives of the educational process of public and private educational institutions. It is possible to obtain analytical information about the quality of teachers' work and the level of competencies of students, which allows you to assess the current state of the educational process and plan possible options for its improvement.*

*Keywords:* data aggregation, REST API, educational process, CRM-system, control, relational database.

### Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Сучасні інформаційно-вимірювальні технології відіграють значну роль у багатьох галузях людської діяльності. Однією з таких сфер є освіта, головним критерієм оцінки якості якої є наявність певних компетенцій (знань, умінь та навичок) слухачів у процесі навчання. Керування навчальним процесом може реалізовуватися з певним ступенем автоматизації, застосуванням інформаційних систем та систем контролю (спеціалізованого ПЗ). Інформаційна система має охоплювати всі основні педагогічні процеси навчального закладу та надавати інформацію для прийняття управлінських рішень.

З початку XXI століття технічний прогрес дозволив кардинально змінити процес навчання у освітніх закладах. У більшості провідних країн світу перехід до використання автоматизованих комп'ютерних засобів у керуванні та контролі навчального процесу відбувся в досить значних межах. Але, в Україні цей перехід розпочато лише в останнє десятиліття. Можливо, для такого переходу потрібне створення відповідних реформ, які здатні запустити процес оновлення сфери освіти у напрямку комп'ютеризації. Ситуація з глобальною пандемією підтвердила важливість хоча б часткової автоматизації освітнього процесу в Україні, та змусила навчальні заклади шукати альтернативні варіанти її впровадження, які не вимагають великих затрат коштів та часу. Проте такий дозвіл покриває тільки базові потреби, які недостатні для реалізації повноцінної освітньої програми. Саме ситуація з пандемією може дати поштовх для початку впровадження автоматизованих рішень для контролю та організації освітнього процесу. Що стосується готових рішень, які можуть допомогти у переході зі стандартної моделі навчання до більш діджиталізованої її версії, то ринок таких систем має досить багато якісних продуктів. Хоча, здебільшого, вони створені для бізнес рішень та націлені на збільшення прибутків та контроль економічних процесів. Але практика створення систем, як сервісів, які можна, інтегрувати у існуючу освітню інфраструктуру, або інтегрувати в них інші сервіси, дозволяє модифікувати готові рішення відповідно до цілей та завдань навчального процесу.

Керування освітнім процесом (в широкому розумінні) включає перелік положень, що забезпечують діяльність спрямовану на досягнення основної мети та цілей навчального процесу та повинно вирішувати наступні завдання: оцінка стану – визначення місця об'єкта керування відповідно до мети; планування – визначення напрямів переміщення об'єкта керування у стан, що можна вважати більш наближеним до цілей, що стоять перед ним; організація освітнього процесу, тобто створення необхідних умов, (структур, колективів, ресурсів тощо) для виконання запланованих заходів; мотивація – створення спонукальних мотивів для людей, які виконують заплановані заходи; контроль результатів – дозволяє формувати зворотній зв'язок у системі керування освітнього процесу із врахуванням поставленої мети та цілей [1,2]. Основні завдання навчального процесу (НП) можна успішно реалізовувати з залученням засобів автоматизації шляхом впровадження спеціалізованих інформаційних систем (ІС) і автоматизованих систем керування та контролю навчального процесу (АСКНП). Це дозволяє автоматизувати адміністрування НП, оптимізувати обробку кадрової інформації щодо студентів, слухачів курсів, науково-педагогічних працівників (НПП) та ступеню їх взаємодії. Важливим елементом у контролі НП є отримання повної та достовірної інформації про ступінь засвоєння студентами основних компетенцій (знань, умінь та навичок) згідно освітньої програми за якою вони навчаються та аналіз факторів які можуть впливати на цей процес. Застосування ІС у контролі навчального процесу дозволяє оцінювати ефективність педагогічних процесів у навчальному закладі (НЗ) та надавати інформацію для прийняття управлінських рішень.

### Аналіз досліджень та публікацій

В останні роки в роботі освітніх закладів знайшли застосування інформаційні системи контролю освітнього процесу корпоративного типу на базі CRM архітектури (від англ. Customer Relationship Management – системи управління взаємовідносинами з клієнтами) [1]. При роботі систем CRM архітектури в освітньому закладі часто виникає необхідність в розширенні функціоналу ПЗ для контролю освітнього процесу. Це дозволяє проводити пошук залежностей між сутностями які входять до бази даних (БД) інформаційної системи. Доцільним є використання методів агрегації та відображення даних реалізованих окремими програмними модулями у складі ІС CRM архітектури, що забезпечують технологію запитів до БД та дозволяють більш повно оцінювати вибрані аспекти освітнього процесу. При розгляді архітектури та функціоналу ІС для керування та контролю навчального процесу дієвими можуть бути CRM підходи. Концепція CRM (скорочення від англ. *Customer Relationship Management* – система управління взаємовідносинами з клієнтами) реалізовується шляхом застосування програмного забезпечення (ПЗ) для досягнення наступних цілей: автоматизації стратегій взаємодії із клієнтами; оптимізації надання послуг; отримання інформації про клієнтів та історію взаємовідносин з ними; удосконалення процедур керування процесами спрямованих на надання клієнту повного пакету послуг відповідно до умов контракту; забезпечення контролю результатів роботи [1]. Інформаційна система CRM-архітектури дозволяє розподілити ролі та обов'язки його учасників освітнього процесу. Для даного типу системи ролі можуть бути розподілені відповідно до потреб: учень/студент; керівник/ адміністрація освітнього закладу; вчителі/викладачі (НПП). Для кожної ролі система задовольняє певний інтерес. Для студентів це доступ до розкладу занять, тестів, іспитів, учбових матеріалів та програм, електронного журналу, відомостей про внесення оплати за факультативні та додаткові заняття,

тощо. Для керівника (адміністрації) закладу важливо спостерігати та аналізувати ефективність роботи співробітників, корегувати фінансові витрати, отримувати комплексні звіти. Отриманий зворотній зв'язок із освітнім процесом дозволяє ефективно проводити рекламну кампанію навчального закладу. Для викладачів (НПП) CRM-система це чудовий інструмент для перегляду та корегування розкладу занять, аналізу успішності учнів та збереження результатів тестів та іспитів [3].

Таким чином, застосування ІС CRM-архітектури у завданнях контролю навчального процесу допомагає досягти основної мети та цілей навчального процесу. Таке рішення може бути доцільним у випадку впровадження на рівні контролю НП усього вищого навчального закладу (ВНЗ) та для контролю його окремих напрямків, в першу чергу тих, що можуть бути реалізовані на комерційній основі – додаткових курсів, факультативів, курсів підвищення кваліфікації, тощо.

При роботі систем CRM архітектури в освітньому закладі часто виникає необхідність в розширенні функціоналу програмного забезпечення для контролю освітнього процесу, що дозволяє проводити пошук залежностей між сутностями які входять до бази даних (БД) інформаційної системи. Для цього доцільним є використання методів агрегації та фільтрації даних що базуються на технологіях запитів до БД що дозволяє більш повно оцінювати вибрані аспекти освітнього процесу [3]. Основною проблемою в застосуванні є опрацювання даних як на вході у систему, так і на виході, тобто для відображення користувачу. Враховуючи достатню кількість сутностей, які між собою взаємодіють, система має мати зручну архітектуру для впровадження змін та оновлень. Тому, необхідним є проведення аналізу функціональних та архітектурних особливостей ІС управління відносинами з клієнтами придатних для контролю учбового процесу.

Однією із найбільш розповсюджених ІС CRM-архітектури є Бітрікс 24, що досить популярна в Україні та має повноцінну підтримку українського інтерфейсу. Це спрощує навчання для користувачів системи та комунікацію з технічною підтримкою сервісу. Основною концепцією системи Бітрікс 24 є представлення її у вигляді кластера взаємозамінних веб-серверів (рис.1). [5].

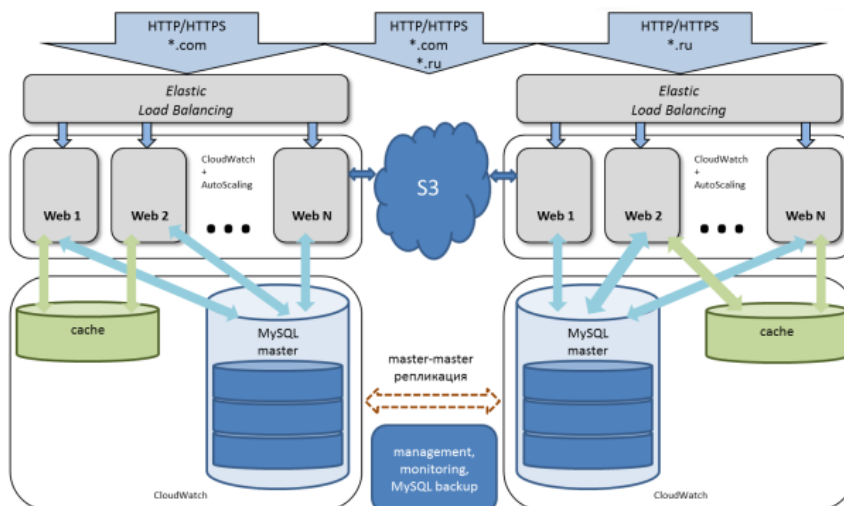


Рис.1. Спрощений приклад архітектурного рішення, на якому побудовано систему Бітрікс 24

Розглядаючи систему, з точки зору, інструменту для аналізу та обробки даних постає ряд проблем, з якими система не впорається: значна кількість компонентів; складний функціонал системи; слабка гнучкість у налаштуванні агрегації та фільтруванні даних; неможливість створення користувацьких шаблонів для сценаріїв взаємодії з клієнтами. CRM Бітрікс 24 має модулі для агрегації, обробки даних та відображення їх у інтерфейсі користувача. Оскільки, Бітрікс 24 це готове рішення з закритим вихідним кодом, то використання системи є максимально обмеженим в рамках її можливостей. [4]. Виходячи з того, що сервіс пропонує широкий спектр послуг, сама собі CRM система є досить гнучкою та може бути використана у різних сферах діяльності, але вона не зовсім підходить для вирішення задач контролю навчального процесу, незважаючи на наявність готових рішень для навчальних центрів та навчальних закладів [4], так як у системі відсутня можливість аналізу додаткових параметрів навчального процесу на основі користувацьких шаблонів для агрегації та фільтрування даних.

Microsoft Dynamics CRM це система взаємодії з клієнтами створена компанією Microsoft для компаній будь-якого рівня. Є однією з провідних систем на світовому ринку на даний момент. Основна ціль системи це збільшення продажів, якості взаємодії з клієнтами та їх кількості. Microsoft CRM Dynamics (CRM Online) – це хмарна веб платформа, яка побудована за багаторівневою архітектурою, яка характеризується чітким розподіленням на рівні. Кожен з рівнів має виконувати свої обов'язки та задачі, а також комунікація проходить тільки по ланцюгу рівнів. Тобто, якщо ми маємо три рівні, то перший рівень може передати

інформацію третьому тільки через другий рівень. Навіть при такому тісному зв'язку компонентів, система легко масштабується оскільки, компоненти рознесені на окремі модулі. Вся CRM система розподілена на два основних модулі, між якими забезпечується синхронізація, за допомогою допоміжного сервісу. Рівень бізнес логіки тісно пов'язаний за рівнем створення бізнес сутностей, основним рівнем відповідальним за кастомізацію моделі даних, потрібною кінцевому користувачу. А він в свою чергу пов'язаний з рівнем, який створює та обробляє запити до бази даних SQL [6].

Dynamics 365 Education accelerator надає доступ до вбудованої розширеної моделі даних, яка відображає навчальний процес та дозволяє побудувати в системі студентський портал, збирати роботи студентів в одному місці, продивлятися викладачем аналіз успішності студентів та створювати календарні події і залучати до них студентів. Одним з цікавих інструментів системи Microsoft Dynamics є засоби розширення функціоналу. Існує пакет – Рішення (Solutions), який надає змогу створювати рішення для переносу компонентів з інших систем або для створення цілковитих нових компонентів, рис. 1.5. При цьому рішення можуть бути імпортовані або експортовані. При експорті можна вибрати, яким буде рішення – керованим (Managed) чи некерованим (Unmanaged) [7]. Але існує ряд недоліків системи: досить велика ціна за повний функціонал системи; складність інтерфейсу, необхідність навчання при роботі із системою; підходить, в основному, для великих організацій. Окрім цього, система Microsoft CRM Dynamics має багато інтеграційних модулів та додаткових плагінів, які взаємодіють з головною системою через REST API. До того ж в окремий сервіс винесено процес звітування та логування, оскільки він підлягає постійному навантаженню та повинен бути сконфігурований індивідуально [7, 8].

Creatio CRM – це бізнес орієнтована система, особливістю якої є те, що для користування ІС не потрібно залучення спеціалістів із програмування. Система утворює єдину платформу з якою працює користувач, при цьому вона об'єднує різні бізнес сервіси. Окрім цього є можливість для інтеграції з різними системами та застосунками для делегування додаткових завдань. Також, користувачі відмічають гарний, зрозумілий та енергомічний користувацький інтерфейс платформи. [1, 9, 10]. Проте, як і в будь-якій ІС системі, у Creatio CRM існують свої недоліки: при створенні звітів великого об'єму або інтенсивного користування базою даних клієнтів бувають проблеми з продуктивністю; шаблони друкованих матеріалів та звітів представляються не у найкращій якості; послідовний процес роботи з завданнями дозволяє повернутися тільки на крок назад, тому потрібно уважно контролювати кожен крок процесу. Як і стандартна модель бізнесу, для ВНЗ важливим моментом є збільшення кількості абітурієнтів, викладачів та персоналу, що безсумнівно підвищує авторитет закладу в країні. Більше того, у більшості ВНЗ присутня комерційна основа – це студенти контрактники. Саме тут Creatio CRM надає рішення для автоматизації процесу роботи з ними та аналізу покращення абітурієнтської кампанії. З точки зору використання системи для контролю навчального процесу Creatio CRM також має необхідні інструменти для його виконання.

Salesforce CRM – система взаємодії з клієнтами для покращення процесу комунікації з ними та удосконалення контролю процесів. Система загально відома у світі, створена однойменною компанією у 1999 році. Варто зазначити, що Salesforce за допомогою свого новаторського підходу до реалізації CRM системи, давно вийшли за рамки звичних CRM і мають змогу надати рішення практично для будь-якої галузі. Найцікавішою особливістю платформи Salesforce є широкі можливості для розробників. Фактично, розробка під Salesforce не відрізняється від звичайної веб-розробки своїми архітектурними принципами, технологіями та іншим. Це означає, що можна змінювати бекенд, фронтенд та модель бази даних відповідно до вимог керування та контролю процесів. Оскільки, всі рішення Salesforce платформи є хмарними, то на локальному сервері нічого не компілюється, це економить час розробки та не великих потребує обчислювальних потужностей. До того ж, Salesforce підтримує інструмент розробки для Android та IOS застосунків. Але система Salesforce має властивості які обмежують її у якості ІС контролю навчального процесу CRM архітектури для ВНЗ України: дорога місячна підписка за одного користувача (300\$ користувач у місяць); потреба у залученні спеціаліста з розробки програмного забезпечення (ПЗ) у випадку кастомізації CRM системи для аналізу додаткових параметрів, що часто виникає у контролі навчального процесу [10]. Salesforce CRM забезпечує для викладачів та керівників закладу усі необхідні можливості для налагодження навчального процесу онлайн [10].

TargetX представляє продукт Community College Suite, для ВНЗ та коледжів дозволяє автоматизувати багато аспектів навчального процесу, забезпечити його контроль та покращити якість студентського життя. Використовується такими навчальними закладами як Технічний Коледж Аталанти, Центральний Техаський Коледж та багатьма коледжами Америки та Канади. Оскільки система призначена саме для навчальних закладів, в неї закладений функціонал, який спрощує роботу викладачів, керівника та персоналу закладу. Першочергово, виділяється можливість контролю та аналізу поточної вступної кампанії, її порівняння з попередніми, що є важливим аспектом у процесі роботи навчального закладу. Інтерфейс такого функціоналу зображений на рис.1.11 [10]. Іншою можливістю системи є кабінет студента, який поєднує в собі персональний кабінет та студентський портал. Тут студент має змогу отримувати сповіщення про події, які створюють і розсилають, як викладачі так і персонал. Причому, для студента доступна вся інформація про подію та додаткові матеріали по ній, а після її закінчення проводиться аналіз результатів. В студентському порталі

є можливість відслідковування прогресу виконання завдань з конкретного предмету, часу, який залишився на його виконання та завантаження матеріалів, необхідних для підтвердження виконання завдання. Окрім, цього, цікавою особливістю є можливість вибору абітурієнтом свого куратора зі списку доступних на даний момент. Для викладачів реалізований функціонал для комунікації із студентами, контролю їх успішності, роботи з календарем. Викладач має змогу оцінити об'єм виконаних завдань студентом та, за потреби, вказати йому про необхідність прискорення роботи із завданнями. Також, у системі є можливість зв'язку зі студентами за допомогою відеоконференцій. TargetX Community College Suite є частиною екосистеми Salesforce, проте виступає окремим програмним додатком, тому її архітектура повторює архітектуру Salesforce, проте, у дещо у меншому масштабі. [10]. Недоліки системи: досить дорогий загальний тариф за використання системи на рік; відсутність українського інтерфейсу, необхідність інтеграції сторонніх мовних бібліотек; немає інструментів для кастомізації системи; закритий вихідний код, неможливість інтеграції сторонніх модулів для агрегації та фільтрування даних пов'язаних із вибраними аспектами навчального процесу.

E-school CRM – український сервіс, який співпрацює з Міністерством Освіти і Науки України, безкоштовно створюючи сайти для навчальних закладів України. Це найбільш орієнтована на контроль навчального процесу система CRM архітектури, розглянута у цьому розділі. Фактично це школа перенесена у електронний формат [10]. Дана система включена в огляд, так як на даний момент в Україні відсутні вітчизняні аналоги розглянутих у розділі «клієнтоорієнтованих» IC CRM архітектури, придатних для реалізації завдань контролю навчального процесу у ВНЗ, особливо його додаткових показників. Існуючі найбільш популярні IC для ВНЗ, такі як «Автоматична система управління вищим навчальним закладом» (АСУ «ВНЗ»), АСУ «Деканат» (ПП «Політек-СОФТ») та АСУ «Директива» являють собою, в першу чергу, системи керування навчальним процесом в цілому, з певними обмеження саме в аспектах його оцінки та контролю, в порівнянні із IC CRM архітектури, особливо у завданнях агрегації та відображення статистичних даних, що пов'язано із їхнім функціоналом та архітектурними особливостями [10].

Розглянута платформа E-school має п'ять типів основних користувачів: директор навчального закладу, адміністрація, вчитель, учень та батьки учнів. Кожен з них має свій рівень доступу до матеріалів та ресурсів системи та свої права. До потрібного функціоналу CRM навчального закладу варто віднести електронні щоденники та журнал. Однією з важливих аспектів системи є інтеграція із зовнішнім освітнім контентом. Система E-school співпрацює з електронною освітньою платформою, під назвою «Мій клас», котра спеціалізується на теоретичних, практичних матеріалах та тестах для різних шкільних предметів. Ще однією онлайн платформою з якою співпрацює E-school є GIOS. GIOS – це українська онлайн платформа для вивчення математики, особливістю якої є інтерактивність та подача матеріалу, завдань у вигляді гри, що особливо цікаво для дітей. Недоліками є: орієнтованість тільки на заклади загальної середньої освіти; недостатня гнучкість налаштування інструментів для аналізу контролю навчального процесу; платформа знаходиться на етапі розвитку.

### Формулювання цілей

При розгляді підходів до застосування IC CRM архітектури у контролі навчального процесу у ВНЗ необхідно обрати архітектуру CRM системи, що найбільш ефективно забезпечує реалізацію цілей та мети НП, дозволяє інтеграцію сторонніх програмних модулів для агрегації даних та відображення результатів аналізу. Існує декілька типів CRM систем, які мають широке поширення: хмарні CRM: такий вид систем називають програма, як сервіс, або програма на вимогу (недоліком є безпека системи та даних, оскільки користувача фізично не має змоги контролювати дані. Системи такої архітектури мають можливість інтеграції сторонніх програмних модулів, але часто обмежують їх функціонал, що пов'язано із вимогами до обробки даних що встановлюються розробником ядра CRM системи); локальна CRM: (досить серйозних фінансових витрат вимагає розробка ядра системи, її підтримка, розгортання, налаштування та моніторинг на сервері, також навчання персоналу функціоналу програми); CRM з відкритим вихідним кодом: найвигідніший вид CRM, з точки зору інтеграції сторонніх програмних продуктів, (для великих компаній або складних корпоративних процесів не зовсім підходить). Так як метою нашої роботи є застосування методів агрегації даних в IC CRM архітектури, в якості прикладу CRM ядра для інтеграції програмного модулю було обрано платформу SuiteCRM із відкритим вихідним кодом. Функціональними особливостями роботи програмного модулю у складі системи SuiteCRM є можливість контролю вибраних аспектів навчального процесу шляхом формування користувацьких шаблонів запитів до бази даних IC CRM архітектури, а також збереження та опрацювання даних у CRM системі. Важливим аспектом такого рішення є реалізація відображення агрегованих даних, відповідно до шаблонів користувача, не лише за допомогою власне інтерфейсу CRM системи, але і з можливістю підключення сторонніх онлайн-сервісів та графічних бібліотек для відображення результатів вибірки для додаткових параметрів. Особливістю такого рішення, є опрацювання даних як на вході у системи, так і на виході, тобто для відображення користувачу. Враховуючи достатню кількість сутностей, які між собою взаємодіють, система має мати зручну архітектуру для впровадження змін та оновлень. Це є особливо важливим для комплексних звітів чи фільтрування даних за вказаними ознаками (наприклад, залежність успішності студентів вибраної академічної групи від стажу, наявності вченого ступеню викладача або кількості опублікованих ним праць за

певний період) модель даних має враховувати взаємозв'язки між сутностями.[10]. Оскільки REST в даний момент часу набрав досить велику популярність у розробників, як відносно простий та дієвий підхід для створення систем у мережі Інтернет, то вибір зроблено саме для цієї технології. API (з англ. *Application Program Interface* – інтерфейс програмного застосунку) - це метод, за допомогою якого програми можуть комунікувати одна з одною) [10].

Як вже було зазначено, метод GET слугує для отримання даних про ресурс. Запити можуть будуватись різним чином, але прийнято відправляти в рядку статусу всю необхідну інформацію про параметри ресурсу. Метод POST працює за діаметрально протилежним принципом, на відміну від GET, хоча це здебільшого рекомендації, щодо прозорості побудови RESTful сервісу. До рядка запиту та заголовків додається тіло запиту, що містить інформацію про новий ресурс, який потрібно зберегти у сервісі. Метод в PUT відповідає за зміну стану ресурсу. Головна задача запиту цього методу це вказати ідентифікатор існуючого ресурсу для того, щоб застосувати до нього зміни. В основному для запитів, котрі змінюють або видаляють ресурс, потрібно використовувати ідентифікатори ресурсів, оскільки вони унікальні (при правильній архітектурі). DELETE слугує методом для видалення ресурсу з серверу. Працює за схожим принципом, що і PUT метод, оскільки потребує ідентифікатору ресурсу. Проте не потребує тіла запиту.

Окрім, вищезазначених основних методів, яких достатньо для створення RESTful сервісу, існують і інші, такі, як - PATCH (завантажує певну частину ресурсу на сервері), TRACE (повертає отриманий запит, з інформацією, якщо проміжні сервери змінюють запит), CONNECT (використовується для роботи з проксі серверами). Розглянуті вище ситуації реалізуються у випадку, коли на запит ми отримуємо успішну відповідь. Але це ідеальна ситуація і в реальних системах таке неможливо. Для таких випадків створено класифікацію статус кодів для відповіді при різних ситуаціях.

У завданнях контролю показників навчального процесу важливим моментом є аналіз ефективності розподілення часу, під час якого відбувається взаємодія його учасників. Частиною навчального процесу є розклад, що дозволяє рівномірно розпланувати навчальне навантаження та впорядкувати предмети, викладачів (НПП) та академічні групи у ВНЗ. У розкладі поєднуються різноманітні сутності: заняття теоретичного та практичного спрямування, викладачі, студенти, курси, кабінети та ін.

Наприклад, щоб відобразити загальний розклад навчального закладу на 1 тиждень, нам потрібно провести агрегацію даних таких сутностей, як академічна пара, кабінет, навчальна група, тема заняття, навчальний курс, викладач та факультет. Модель взаємозв'язків для даного прикладу з точки зору моделі бази даних буде мати вигляд показаний на рис.2. Тобто для того, щоб відобразити розклад на певний період часу, потрібно звернутися до таблиці заняття (Lessons) та сформувати зв'язки із іншими таблицями, які представляють однойменні сутності. Обробка даних починається із запиту на сервер, який викликається після відповідних дій користувача на інтерфейсі сайту. Проаналізуємо детальніше JSON об'єкт.

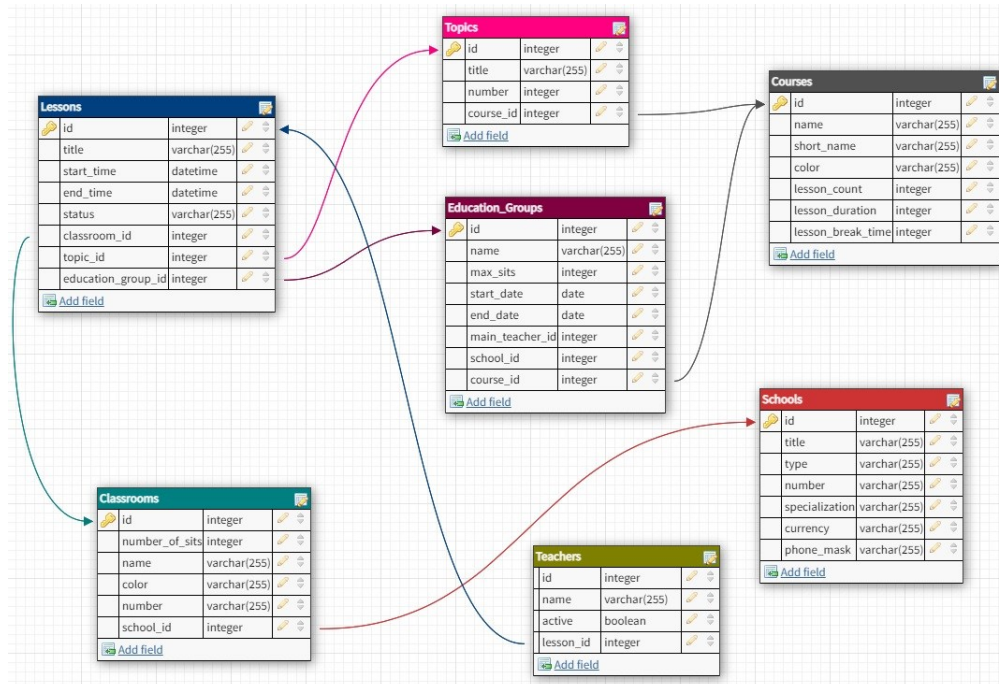


Рис.2 Модель даних бази даних залучених у відображенні розкладу



InstituteIds та courseIds це масиви чисел, де instituteIds містить один елемент зі значенням 1, а courseIds не містить елементів взагалі. FromDate та toDate це параметри, які містять дату та час у форматі ISO і утворюють період часу, для якого виконується агрегація розкладу.

Об'єкт filter класу LessonFilterVM має структуру, яка майже повністю відповідає Json тілу запиту. У групі (classroom) знаходиться дещо більше параметрів ніж у JSON тілі запиту, проте внутрішні інструменти Java помічають елементи яких не вистачає значенням null. Механізм, який дозволяє конвертувати JSON у об'єкт класу Java називається Data Binding, а інструменти, які для цього використовуються – ObjectMapper або Gson бібліотеки. Наступним кроком для агрегації даних у відповіді на запит є звернення до сервісного рівня. Сервісний рівень виконує завдання агрегації отриманих даних з бази даних у дані, які потрібні контролеру для відповіді. Дані агрегуються згідно до напрямку з бази даних. Параметри :instituteIds, :fromDate, :toDate та :courseIds це параметри запиту, які нам передавались із самого початку процесу відображення даних у інтерфейсі користувача. Від моменту коли SQL запит відпрацював, починається зворотній шлях даних, їх агрегація для відображення користувачу. Результат методу public List<LessonSchedule> findAllBy повертається у сервісний метод, де проходить ще одну обробку. Оскільки дані на цьому етапі агреговані у потрібний для фронтенд частини моделі, результат сервісного рівня переходить у контролер. Тут формується об'єкт відповіді return ResponseEntity.ok().header("Content-type","application/json").body(listResponseDTO) та передається на фронтенд частину. А сам результат відображення даних фронтенд частиною, відображається у на інтерфейсі користувача. Наступним елементом навчального процесу виступає успішність учня або студента. Для того, щоб відслідковувати цей важливий момент, бали учнів повинні бути записані у електронний щоденник для подальшої роботи з ними. Сама модель параметрів потрібних для контролю успішності у БД ІС зображена на рис. 3. Таблиця Marks, разом з Competences, дають опис оцінки по певному критерію за вибраною шкалою. Тут, в доповнення таблиць з попереднього прикладу, додалися такі сутності, як оцінка, здібність, студент та статус студента в групі. Процес формування таблиці успішності по визначеному студенту проходить за схожим сценарієм. Спочатку відсилається запит на сервер – GET <http://institute-service.com/api/marks/student/{studentId}>, де studentId – це параметр запиту та означає унікальний ідентифікатор студента у системі. Запит потрапляє на найвищий рівень архітектури REST для початкової його обробки. Особливу увагу варто звернути на виклик методу сервісу агрегації оцінок, а саме на результат виконання цього методу. Page<Mark> page = markService.getMarksByStudentId(pageable, studentId) – об'єкт Page означає, що список оцінок по студенту буде відображатись відповідно до заданих параметрів сторінки. Окрім цього, можна задати сортування в певному порядку та параметр або декілька, за яким це сортування повинно виконатись. Метод виконує дуже просту функцію, адресує виклик до репозиторію, де відбувається зв'язок з базою даних

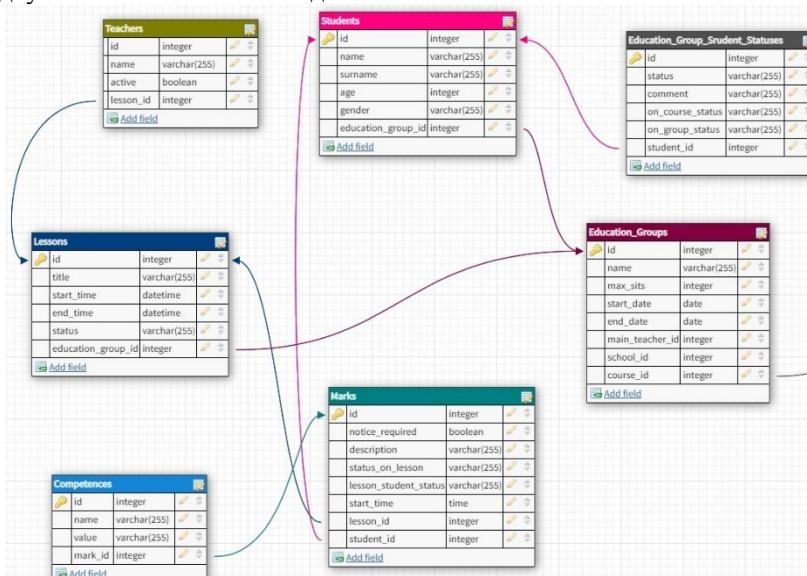


Рис 3. Модель даних у БД ІС для збереження інформації про успішність студентів

Синтаксис методу дозволяє автоматично налаштувати SQL запит до бази даних. Результат отриманий із бази даних відправляється назад по ланцюгу, від репозиторію до контролера, для відображення у користувацькому інтерфейсі. Якість роботи педагогічного працівника може бути визначена з огляду на критерії оцінки педагогічної діяльності, до яких можна віднести наступні пункти: професійний рівень діяльності вчителя (теоретичні та практичні знання предмету, аналіз своєї діяльності, знання нових педагогічних концепцій, тощо); результативність професійної діяльності вчителя (навички активізації пізнавальної діяльності учнів, розвиток загально-навчальних вмінь та навичок в учнів, рівень навченості учнів, тощо); комунікативна

культура (комунікативні та організаторські здібності, навички співпраці з учнями, колегами та батьками, педагогічна культура, створення комфортного мікроклімату у колективі, тощо) [10].

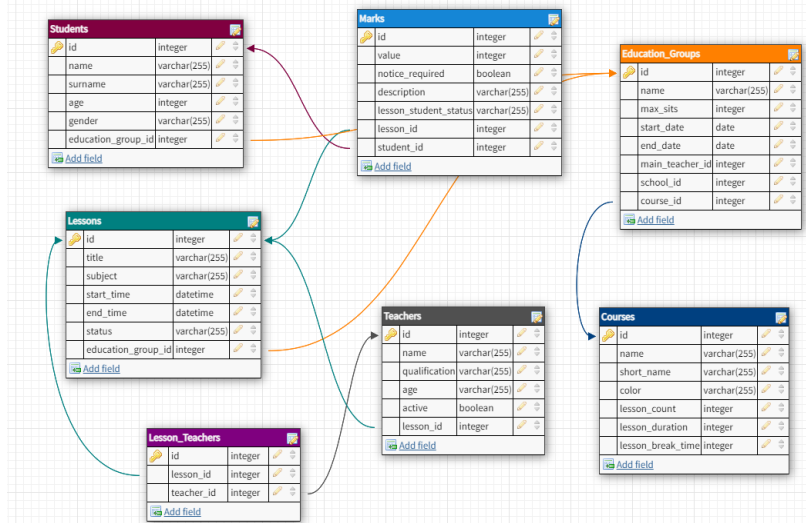


Рис.4. Модель даних у БД IC для відображення взаємодії викладача та успішності студентів

Описані вище критерії підходять для оцінки кваліфікації та можливого її підвищення після проходження відповідної атестації. Для даного прикладу, параметр «Рівень навченості студентів» буде характеризуватись рівнем їх успішності, тобто рівнем оцінок, які вони отримали протягом певного періоду часу. Оскільки розглядається саме якість роботи викладача, то агрегація успішності учнів буде проводитись відповідно до предмету та групи пов'язаних з викладачем. Модель даних показує взаємодію викладача та оцінок студентів, через зв'язок сутностей *Teachers*(вчителі) та *Lessons*(уроки) за допомогою введення допоміжною таблицею *Lesson Teachers*. В свою чергу *Lessons* пов'язана з *Marks*(оцінки) та *Education\_Groups*(навчальною групою), в яку входять *Students*(студенти). Для того, щоб отримати аналізовані дані по викладачу та успішності учнів потрібно у інтерфейсі IC SuitCRM на сторінці «Викладачі» вибрати відповідного доступного викладача, як показано на рис. 5.

Зробити це можна за допомогою фільтрування доступних викладачів, а також за допомогою сортування за прізвищем. Після того, як адміністратор або керівник закладу вибирає потрібного викладача, здійснюється перехід до сторінки вибору групи, по якій і буде здійснена вибірка. У цьому розділі відображаються усі групи/класи, у яких вибраний викладач проводить заняття. Відповідно розділ містить список з короткою інформацією про групу – назва, керівник групи та староста. Відповідно до вибраної групи викладача, на інтерфейсі відображається графік успішності групи за певний період часу. За замовчуванням це один навчальний семестр або 10 календарних тижнів. За шкалу оцінок береться середня арифметична оцінка всіх студентів групи по вибраному предмету за один календарний тиждень. За результатами агрегації даних, можна отримати графік, що буде відображати середню арифметичну успішність студентів академічної групи 1 за 1 семестр (Академічна група 1) та Викладача 1, відображений засобами онлайн сервісу AmChart (рис.4) із набору даних БД IC SuitCRM.

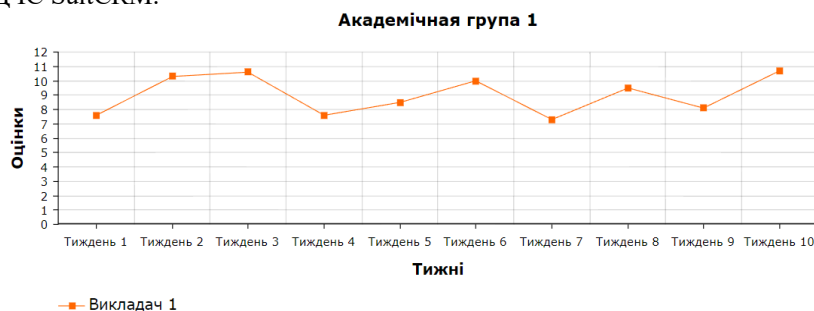


Рис.5. Графік успішності Академічної групи 1 із предмету «Вища математика», який викладає «Викладач 1».

За цим самим алгоритмом, можна вибрати іншого викладача, який викладає цей самий предмет у іншій групі. Тобто для кожної групи, де є оцінки за вказаний період є можливість отримання графіку середньої арифметичної оцінки вибраної групи за період часу 1 семестр. В результаті, у базі даних системи з'являються дані для п'яти різних академічних груп, де викладають п'ять різних викладачів, один предмет – «Вища математика». З точки зору оцінення успішності учнів, такі графіки є малоінформативними і за ними важко



оцінити професійні компетенції конкретного викладача. Проте першочерговим завданням було дати просту та об'єктивну оцінку роботі викладача і такий варіант оцінки цілком підходить для цієї задачі.

#### Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

В результаті проведених досліджень можна зробити висновки про доцільність застосування програмних засобів та технологій агрегації даних в ІС системі CRM архітектури для контролю навчального процесу. Обґрунтовано вибір технології програмного модулю для збору, завантаження та агрегації даних в ІС контролю навчального процесу. Зазначено особливості застосування специфікації JSON API, сервісів REST API в ІС контролю навчального процесу CRM архітектури та розробка архітектури запитів. Результатом використання CRM-системи, у випадку застосування в контролі навчального процесу, перш за все, є можливість розподілити ролі та обов'язки його учасників. Методи агрегації даних та програмні засоби використані при створенні технології запитів програмного модулю дозволяють розширити функціонал вже існуючих системи керування процесами CRM архітектури. Таке рішення може служити прототипом ІС, яка дозволяє реалізовувати користувацькі шаблони моделі даних, задавати їх параметри та значення, налаштовувати процес агрегації даних відповідно до заданих шаблонів.

#### Література

1. What is CRM system? Full Guide: Definition & Benefits/ Creatio – Режим доступу: [www.URL:https://www.creatio.com/page/what-is-crm](http://www.URL:https://www.creatio.com/page/what-is-crm) – 18.11.2021
2. Меньшикова Н.В. Информационные системы организации и управления учебным процессом: Курс лекций. // Под ред. И.А. Сусловой. Екатеринбург: 2008. – 74 с.
3. Рудницький Р.Р. Застосування методів агрегації даних в інформаційній системі контролю освітнього процесу /Р.Р. Рудницький, А.М. Мазуренко// XVII Науково-практ. конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність та Автоматизація інженерних рішень у приладобудуванні», 7-8 грудня 2021 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна, – 2021 р. – С. 80-84.
4. Бітрікс24. CRM для навчальних закладів. – Режим доступу: [www.URL:https://www.bitrix24.ua/ru/articles/crm\\_school.php](http://www.URL:https://www.bitrix24.ua/ru/articles/crm_school.php) – 10.11.2021.
5. Архітектура Бітрікс24. – Режим доступу: [www.URL:https://helpdesk.bitrix24.ua/open/5887409/](http://www.URL:https://helpdesk.bitrix24.ua/open/5887409/) – 18.11.2021.
6. Microsoft Dynamics CRM Architecture. – Режим доступу: [www.URL:https://cloudblogs.microsoft.com/dynamics365/no-audience/2007/07/25/microsoft-dynamics-crm-architecture/](http://www.URL:https://cloudblogs.microsoft.com/dynamics365/no-audience/2007/07/25/microsoft-dynamics-crm-architecture/) – 18.11.2021.
7. Dynamics 365 education accelerator – higher education. – Режим доступу: [www.URL:https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics365/industry/accelerators/hied](http://www.URL:https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics365/industry/accelerators/hied) – 18.11.2021.
8. Documenting APIs: A guide for technical writers and engineers/ Idrather-bewriting Course Overview. – Режим доступу: [www.URL:https://idrath-bewriting.com/learnapidoc/#about-rest-apis](http://www.URL:https://idrath-bewriting.com/learnapidoc/#about-rest-apis) – 15.11.2021 р.
9. Creatio CRM. Architecture and principles. – Режим доступу: [www.URL:https://www.creatio.com/our-technologies/architecture-and-principles](http://www.URL:https://www.creatio.com/our-technologies/architecture-and-principles) – 15.11.2021 р.
10. Рудницький Р.Р. Застосування методів агрегації даних в інформаційній системі контролю навчального процесу: дис. Магістра: 152/Рудницький Роман Романович – КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна, – 2021 р. – 13 с.

#### References

1. What is CRM system? Full Guide: Definition & Benefits/ Creatio – Access mode: [www.URL:https://www.creatio.com/page/what-is-crm](http://www.URL:https://www.creatio.com/page/what-is-crm) – 18.11.2021
2. Menshikova NV Information systems of organization and management of the educational process: Course of lectures. // Ed. I.A. Suslovoy. Yekaterinburg: 2008. - 74 p.
3. Rudnitsky RR Application of data aggregation methods in the information system of control of the educational process /R.R. Rudnitsky, A.M. Mazurenko // XVII Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduate Students and Young Scientists "Efficiency and Automation of Engineering Solutions in Instrument Making", 7-8 12. 2021, KPI. Igor Sikorsky, Kyiv, Ukraine, - 2021 - P. 80-844.
4. Bitrix24. CRM для навчальних закладів. – Access mode: [www.URL:https://www.bitrix24.ua/ru/articles/crm\\_school.php](http://www.URL:https://www.bitrix24.ua/ru/articles/crm_school.php) – 10.11.2021.
5. Архітектура Бітрікс24. – Режим доступу: [www.URL:https://helpdesk.bitrix24.ua/open/5887409/](http://www.URL:https://helpdesk.bitrix24.ua/open/5887409/) – 18.11.2021.
6. Microsoft Dynamics CRM Architecture. – Access mode: [www.URL:https://cloudblogs.microsoft.com/dynamics365/no-audience/2007/07/25/microsoft-dynamics-crm-architecture/](http://www.URL:https://cloudblogs.microsoft.com/dynamics365/no-audience/2007/07/25/microsoft-dynamics-crm-architecture/) – 18.11.2021.
7. Dynamics 365 education accelerator – higher education. – Access mode: [www.URL:https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics365/industry/accelerators/hied](http://www.URL:https://docs.microsoft.com/en-us/dynamics365/industry/accelerators/hied) – 18.11.2021.
8. Documenting APIs: A guide for technical writers and engineers/ Idrather-bewriting Course Overview. – Access mode: [www.URL:https://idrath-bewriting.com/learnapidoc/#about-rest-apis](http://www.URL:https://idrath-bewriting.com/learnapidoc/#about-rest-apis) – 15.11.2021 р.
9. Creatio CRM. Architecture and principles. – Access mode: [www.URL:https://www.creatio.com/our-technologies/architecture-and-principles](http://www.URL:https://www.creatio.com/our-technologies/architecture-and-principles) – 15.11.2021 р.
10. Rudnitsky R.R. Application of methods of data aggregation in the information system of control of educational process: dis. Master: 152 / Rudnitsky Roman Romanovych - KPI named after Igor Sikorsky, Kyiv, Ukraine, - 2021 - 135 p